



ANALISIS PENGARUH AKTIVITAS MATAHARI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Frendi Ihwan Syamsudin

Pendidikan Fisika Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 57126

Email Korespondensi: freudi868@gmail.com

Abstrak

Matahari sebagai sumber energi utama bagi bumi menyumbang proses terjadinya siang dan malam hari pada skala harian, musim panas dan dingin pada skala tahunan, serta berperan besar pada gerakan massa udara dalam bentuk angin, baik skala lokal maupun global. Aktivitas matahari berpengaruh pada perubahan iklim. Aktivitas matahari mempengaruhi radiasi matahari, jumlah energi matahari yang sampai ke bumi, medan magnetik sekitar bumi, dan jumlah partikel bermuatan yang dipancarkan matahari sehingga mengubah intensitas sinar kosmik yang sampai ke bumi. Hal itu mempengaruhi dinamika atmosfer dan lautan, serta proses pembentukan awan dan hujan. Ketika aktivitas matahari rendah atau bintik surya minimum SM, intensitas sinar kosmik maksimum sehingga tutupan awan menjadi maksimum. Ini berarti radiasi energi surya yang sampai ke bumi menjadi minimum. Sebaliknya ketika aktivitas matahari maksimum EM intensitas sinar kosmik yang sampai ke atmosfer bawah menjadi minimum, tutupan awan menjadi minimum, ditambah lagi dengan energi tambahan dari flare ketika terjadi EM, maka radiasi energi surya yang sampai ke permukaan bumi menjadi maksimum. Tutupan awan secara global menimbulkan efek pemanasan (efek rumah kaca) sebesar 13% tetapi juga menimbulkan efek pendinginan sebesar 20% karena memantulkan radiasi energi yang langsung dari matahari. Jumlah energi surya yang diterima bumi sangat besar yaitu rata-rata $6,3 \cdot 10^{20}$ joule/jam setara dengan energi 40 siklon tropis atau 60 energi yang dilepas pada gempa yang besar. Tetapi mengingat jumlah energi surya yang diterima bumi sangat besar, dan diperkuat dengan dinamika atmosfer dan lautan bumi maka variasi radiasi surya itu dapat mempunyai pengaruh besar terhadap iklim.

Kata Kunci : Energi, kosmik, radiasi, atmosfer, variasi

Pendahuluan

Beberapa kajian dan proyeksi iklim dari berbagai lembaga dalam negeri dan luar negeri menunjukkan bahwa iklim di dunia telah mengalami perubahan, meskipun analisis ilmiah maupun data-datanya masih terbatas. Sebagai contoh peristiwa alam yang dapat mengindikasikan perubahan iklim adalah gletser di puncak Jaya Wijaya selalu berfluktuasi pada skala waktu tertentu. Iklim di dunia selalu berubah, baik menurut ruang maupun waktu. Perubahan iklim ini dapat dibagi berdasarkan wilayah, yaitu perubahan iklim secara lokal dan global. Berdasarkan waktu, iklim dapat berubah dalam bentuk siklus harian, musiman, tahunan, maupun puluhan tahun. Perubahan iklim adalah perubahan unsur iklim yang mempunyai

kecenderungan naik atau turun secara nyata. Perubahan iklim global disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas di atmosfer. Hal ini terjadi sejak revolusi industri yang membangun sumber energi yang berasal dari batu bara, minyak bumi, dan gas yang membuang limbah di atmosfer seperti karbon dioksida, metana, dan nitrous oksida. Tanpa kita sadari selama ini ternyata matahari juga mempengaruhi perubahan iklim. Matahari yang menyinari bumi menghasilkan radiasi panas yang ditangkap oleh atmosfer sehingga udara bumi bersuhu nyaman bagi kehidupan manusia. Apabila atmosfer bumi dijejali oleh gas-gas akibat ulah manusia menyebabkan terjadinya efek selimut seperti yang terjadi pada rumah kaca.

Radiasi panas yang lepas ke udara ditahan oleh selimut gas tersebut sehingga suhu bumi menjadi naik dan menjadi panas yang mempengaruhi perubahan iklim.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang saya gunakan adalah kajian literatur, yaitu dengan melakukan telaah pada beberapa jurnal nasional dan internasional yang membahas tentang fenomena aktivitas matahari dan akibat yang ditimbulkan dari aktivitas tersebut. Langkah-langkah penelaahan adalah dengan mencari artikel pada jurnal nasional, buku tentang kebumihutan dan antariksa, serta artikel pada surat kabar yang terpercaya, kemudian membaca artikel tersebut dengan menandai bagian pentingnya mengenai faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Bagian penting tersebut ditelaah untuk dicari apakah terdapat pengaruh dari aktivitas matahari terhadap perubahan iklim yang kemudian disusun hingga menjadi sebuah artikel.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Iklim memiliki pengertian yang berbeda dari cuaca. Cuaca adalah keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada jangka waktu yang singkat. Cuaca itu terbentuk dari gabungan unsur cuaca yaitu keadaan berdasarkan gejala suhu, tekanan udara, kelembaban, angin, dan curah hujan dengan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Misalnya: pagi hari, siang hari atau sore hari, dan keadaannya bisa berbeda-beda untuk setiap tempat serta setiap jamnya. Di samping itu terdapat unsur cuaca lainnya yang biasa kita saksikan yaitu penyinaran matahari, keadaan awan, gejala halilintar, pelangi, halo, dan lain-lain. Di Indonesia keadaan cuaca selalu diumumkan untuk jangka waktu sekitar 24 jam melalui prakiraan cuaca hasil analisis Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Departemen Perhubungan. Untuk negara

negara yang sudah maju perubahan cuaca sudah diumumkan setiap jam dan sangat akurat (tepat). Sedangkan *iklim* adalah suatu keadaan umum kondisi cuaca yang meliputi daerah yang luas. Sedangkan iklim merupakan kelanjutan dari hasil-hasil pengamatan dan

pencatatan unsur cuaca selama 30 tahun, karena itu iklim pada dasarnya merupakan rata-rata dari keadaan cuaca harian secara umum. Perbedaan lainnya, iklim bersifat relatif tetap dan stabil sedangkan cuaca selalu berubah setiap waktu. Matahari merupakan kendali iklim yang sangat penting, selain sebagai sumber energi yang dapat menimbulkan gerak udara dan arus laut. Kendali iklim lainnya, seperti distribusi darat dan air, tekanan tinggi dan rendah, massa udara, pegunungan, arus laut dan badai

Iklim di dunia selalu berubah, baik menurut ruang maupun waktu. Perubahan iklim ini dapat dibagi berdasarkan wilayah, yaitu perubahan iklim secara lokal dan global. Berdasarkan waktu, iklim dapat berubah dalam bentuk siklus harian, musiman, tahunan, maupun puluhan tahun. Perubahan iklim adalah perubahan unsur iklim yang mempunyai kecenderungan naik atau turun secara nyata. Perubahan iklim global disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas di atmosfer. Hal ini terjadi sejak revolusi industri yang membangun sumber energi yang berasal dari batu bara, minyak bumi, dan gas yang membuang limbah di atmosfer seperti karbon dioksida, metana, dan nitrous oksida. Tanpa kita sadari selama ini ternyata matahari juga mempengaruhi perubahan iklim. Matahari yang menyinari bumi menghasilkan radiasi panas yang ditangkap oleh atmosfer sehingga udara bumi bersuhu nyaman bagi kehidupan manusia. Apabila atmosfer bumi dijejali oleh gas-gas akibat ulah manusia menyebabkan terjadinya efek selimut seperti yang terjadi pada rumah kaca. Radiasi panas yang lepas ke udara ditahan oleh selimut gas tersebut sehingga suhu bumi menjadi naik dan menjadi panas yang mempengaruhi perubahan iklim.

Radiasi panas yang ditangkap oleh atmosfer dipengaruhi oleh aktivitas

penyinaran matahari, sehingga variabilitas matahari menjadi faktor dominan yang menyebabkan perubahan iklim. Variasi luaran matahari terkait dengan osilasi di sekitar pusat massa tata surya bersifat periodik atau quasi-periodik dan membentuk fraktal (benda geometri kompleks) yang menjadikan siklus iklim yang berbeda-beda. Jika variabilitas matahari diperhitungkan secara serius dalam perubahan iklim, maka terbuka peluang untuk memperkirakan perubahan iklim yang ditimbulkannya tanpa harus menggunakan superkomputer. Sistem iklim yang mengalami perubahan terus-menerus sangat dipengaruhi oleh dinamika sistem matahari-bumi yang distimulasi oleh gaya variabilitas luaran matahari. Sehingga dalam hal ini kita dapat menghubungkan efek variabilitas matahari terhadap pemanasan global yang terkait dengan kesetimbangan energi dimana dalam hal ini pemanasan global tidak hanya bergantung pada suhu bumi dan gas rumah kaca, tetapi juga bergantung pada variabilitas luaran matahari. Terdapat pengaruh gaya eksternal matahari terhadap sistem iklim yang terutama disebabkan karena variabilitas matahari.

Aktivitas matahari yang bervariasi menimbulkan radiasi matahari yang bervariasi pula dimana radiasi matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Jika suatu objek dipaparkan pada radiasi akan menyebabkan terjadinya iradiasi matahari. Ketika aktivitas matahari aktif, maka iradiansi matahari akan meningkat sehingga mempengaruhi jumlah energi matahari yang sampai ke bumi, medan magnetik di sekitar bumi, dan jumlah partikel bermuatan yang dipancarkan matahari sehingga dapat mengubah sinar kosmik yang sampai ke bumi. Hal tersebut mempengaruhi dinamika atmosfer dan lautan, serta proses pembentukan awan dan hujan. Berdasarkan kajian dari berbagai lappran ilmiah dapat diperlihatkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara aktivitas matahari dengan suhu rata-rata bumi, tutupan awan, curah hujan suatu wilayah,

dan suhu permukaan laut di suatu tempat. Kita perlu mengingat bahwa pada tahun 1645-1715 terjadi fenomena yang dikenal dengan minimum Maunder dimana suhu bumi menjadi rendah sehingga dikenal dengan zaman es yang disebabkan oleh aktivitas matahari yang sangat rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian awal yang dilakukan oleh P.M Siregar dari Departemen Fisika Institut Teknologi Bandung menunjukkan korelasi yang erat antara iklim dengan aktivitas matahari yang menjelaskan bahwa aktivitas matahari yang menyebabkan energi surya masuk ke bumi dan kemudian dipantulkan kembali oleh atmosfer merupakan faktor yang dominan dalam dinamika iklim yang ditunjukkan oleh dinamika atmosfer, penguapan, dan pembentukan awan. Semuanya itu merupakan komponen iklim, sehingga hal ini menunjukkan bahwa aktivitas matahari dapat mempengaruhi perubahan iklim.

Aktivitas matahari yang menyebabkan iradiansi matahari juga mempengaruhi medan magnetik di sekitar bumi sehingga mengubah sinar kosmik yang datang ke bumi. Ketika aktivitas matahari tenang, maka intensitas sinar kosmik bertambah besar sehingga tutupan awan menjadi maksimum. Ketika matahari aktif maka intensitas sinar kosmik berkurang sehingga tutupan awan juga berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa ada hubungan atau korelasi antara aktivitas matahari, iradiansi, medan magnetik, sinar kosmik, dan tutupan awan. Sinar kosmik dapat mempengaruhi terjadinya radiasi dimulai dari aktivitas matahari yang diwakili oleh ledakan maksimum (eruption maximum) EM, bintik surya minimum (sunspot minimum) SM, dan siklus torca (torque cycles) TCg dapat dipakai untuk memprediksi ENSO. Jika sinar kosmik berinteraksi dengan lapisan atmosfer bagian atas maka akan menghasilkan partikel sekunder diantaranya adalah neutron, proton, p meson, k meson, muon, dll. Pada umumnya partikel bermuatan hasil interaksi tersebut tidak dapat menembus sampai atmosfer bawah, tetapi neutron dan muon hasil interaksi dapat menembus sampai ke atmosfer bawah (di bawah ketinggian 6 km) dengan dibuktikan penemuan partikel muon

pada sekitar pantai. Ketika neutron atau muon berinteraksi dengan molekul udara atau molekul air maka molekul tersebut akan menjadi ion bermuatan yang merupakan inti kondensasi. Sinar kosmik merupakan sumber radiasi ion di udara selain radiasi radioisotop dari bumi seperti radon. Sehingga dapat disimpulkan bahwa radiasi sinar kosmik dapat sampai di permukaan bumi dan mengionisasi udara. Besarnya ionisasi udara di sekitar permukaan laut sekitar 75% yang disebabkan oleh lepasnya elektron akibat tumbukan muon dan sekitar 15% akibat elektron yang terjadi karena peluruhan muon. Neutron yang merupakan bagian dari radiasi kosmik memberikan dosis tahunan sebesar 8% dari partikel yang dihasilkan akibat ionisasi. Intensitas radiasi kosmik juga bervariasi yang bergantung pada ketinggian. Pada ketinggian 2.000 m jumlah ionisasi yang terjadi adalah 2 kali lipat dari jumlah ionisasi di permukaan laut. Pada ketinggian 5.000 m sekitar 10 kali dan pada ketinggian 10.000 meter sekitar 100 kali. Semakin banyak partikel muon yang terionisasi maka akan semakin meningkatkan radiasi matahari dan tentunya juga memberikan sumbangan besar dalam perubahan iklim.

Aktivitas matahari sangat berhubungan dengan sinar kosmik dan memberikan pengaruh terhadap perubahan sinar kosmik tersebut. Ketika aktivitas matahari rendah atau bintik surya minimum SM menyebabkan intensitas sinar kosmik maksimum sehingga tutupan awan menjadi maksimum. Hal ini berarti bahwa radiasi energi surya yang sampai ke bumi menjadi minimum. Sebaliknya ketika aktivitas matahari maksimum EM menyebabkan intensitas sinar kosmik yang sampai ke atmosfer bawah menjadi minimum sehingga tutupan awan menjadi minimum dan ditambah lagi dengan energi tambahan dari flare ketika terjadi EM, maka radiasi energi surya yang sampai ke permukaan bumi menjadi maksimum. Tutupan awan secara global menimbulkan efek pemanasan (efek rumah kaca) sebesar 13% tetapi juga menimbulkan efek pendinginan sebesar 20% karena memantulkan radiasi energi yang langsung dari matahari. Jumlah energi

surya yang diterima bumi sangat besar yaitu rata-rata $6,3 \cdot 10^{20}$ joule/jam setara dengan energi 40 siklon tropis atau 60 energi yang dilepas pada gempa yang besar. Dalam siklus surya, iradiansi surya yang sampai ke permukaan bumi berkisar antara $1367,0 \text{ W/m}^2$ dan $1368,5 \text{ W/m}^2$, variasinya sekitar 0,15 % saja, tetapi mengingat jumlah energi surya yang diterima bumi sangat besar, dan diperkuat dengan dinamika atmosfer dan lautan bumi maka variasi iradiansi surya itu dapat mempunyai pengaruh besar terhadap cuaca/iklim.

Simpulan, Saran, dan Rekomendasi

Dari kajian tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan iklim dipengaruhi oleh aktivitas matahari yang bervariasi yang menimbulkan iradiansi matahari sehingga dapat menyebabkan perubahan medan magnet bumi yang mengakibatkan intensitas sinar kosmik yang sampai ke bumi berbeda-beda maka radiasi yang dihasilkan juga berbeda-beda yang akhirnya iklim terus berubah akibat terjadinya perbedaan radiasi ini. Ketika aktivitas matahari tenang, maka intensitas sinar kosmik bertambah besar sehingga tutupan awan menjadi maksimum. Ketika matahari aktif maka intensitas sinar kosmik berkurang sehingga tutupan awan juga berkurang. Kajian penelitian ini tentunya banyak kekurangan dan belum sempurna, sehingga saya merekomendasikan kepada peneliti yang lain untuk melanjutkan penelitian mengenai pengaruh aktivitas matahari terhadap perubahan iklim.

Daftar Pustaka

- Tjasyono, Bayong. (2013). *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Mulyo, Agung. (2009). *Pengantar Ilmu Kebumihan*. Bandung : CV Pustaka Setia
- Dirdjosoemarto, Soendjojo, dkk.. (1991). *Pendidikan IPA 2, Buku II*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi.

- Hidayat, Bambang, dkk., (1978). *Bumi dan Antariksa 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Simamora, P.. (1975). *Ilmu Falak*. Jakarta: CV Pejuang Bangsa.
- Julismin. (2013). Dampak dan Perubahan Iklim di Indonesia. *Jurnal Geografi*, Vol 5(No.1), 40-46
- Aldrian, Edvin. (2001). Pembagian Iklim Indonesia Berdasarkan Pola Curah Hujan Dengan Metoda "Double Correlation". *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol 2(No. 1), 12-18
- Ambarsari, Novita. Kajian Pengaruh Uap Air Terhadap Perubahan Iklim. *Berita Dirgantara*, Vol 11(No. 3), 94-98
- Hairiah, Kurniatun. (2016). *Perubahan Iklim (Sebab dan Dampaknya)*. ICRAFT
- Supangat, Agus. (2013, April, 05). *Masalah Perubahan Iklim di Indonesia dan Solusi Antar-Generasi*. *Kompas*,1-3